

# **PENURUNAN KONSENTRASI COD DAN TSS PADA LIMBAH CAIR TAHU DENGAN TEKNOLOGI KOLAM (*POND*) - *BIOFILM* MENGGUNAKAN MEDIA BIOFILTER JARING IKAN DAN BIOBALL**

**Nevya Rizki, Ir. Endro Sutrisno, MS, Sri Sumiyati, ST, MSi**

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

JL. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

email: rizkinevya@yahoo.com

**Abstract:** *In this era, environmental management is very important because of the increasing number of population has affected the increasing number of solid waste and liquid waste (waste water). Waste water from tofu industry contains contaminants that COD (Chemical Oxygen Demand) and TSS (Total Suspended Solid). High contaminants can cause environmental degradation in water, disruption of aquatic ecosystems, and aesthetic disruption. Therefore, pond - biofilm technology with fishing nets and bioball as biofilter media is needed to reduce COD and TSS concentrations by varying the contact time. The detention time used was 4, 6, and 8 hours. The effect of detention time on the efficiency is the longer the detention time, the bigger the efficiency. The result shows the efficiency of COD concentration in the pond and drum (biofilter reactor) at the detention time of 8 hours is 22.89% and 15.49%. Efficiency of TSS concentration in the pond and drum (biofilter reactor) at the detention time of 8 hours is 80.60% and 72.99%.*

**Keyword:** *pond, biofilm, biofilter, tofu, waste water, COD, TSS*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Pada perkembangan zaman ini, pentingnya melakukan pengolahan lingkungan dikarenakan peningkatan jumlah penduduk mempengaruhi peningkatan jumlah buangan baik limbah padat maupun limbah cair. Sebagian limbah cair berasal dari kegiatan industri, contohnya industri tahu. Sumber pencemar yang terkandung dalam limbah cair tahu mengandung bahan organik yang tinggi seperti TSS (*Total Suspended Solid*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Jika limbah cair dibiarkan mengalir ke badan air secara terus menerus maka akan mengganggu lingkungan yaitu timbulnya bau busuk dan kematian terhadap organisme air sehingga

perlu adanya pengolahan limbah cair tahu untuk menurunkan beban pencemaran yang ada.

Pengolahan yang cocok dan baik untuk mengolah limbah cair tahu yaitu dengan teknologi kolam (*pond*) dan biofilm atau biofilter. Kolam (*pond*) anaerobik digunakan sebagai pengolahan awal dari limbah cair yang memiliki konsentrasi yang tinggi dan biofilm adalah pengolahan limbah cair secara biologis untuk menurunkan kadar konsentrasi air limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme yang akan melekat pada media yang digunakan, pemilihan pengolahan dengan biofilm karena lumpur yang dihasilkan sedikit dan pengoperasian yang mudah. Media yang digunakan dalam pengolahan ini adalah jaring

ikan dan bioball. . Media jaring ikan dan bioball yang disusun secara rapi diharapkan mempunyai nilai kerapatan yang tinggi sehingga mikroorganisme dapat melekat dengan baik.

### **Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis penurunan konsentrasi dan efisiensi dari COD dan TSS pada limbah cair tahu dengan menggunakan teknologi kolam (*pond*) – biofilm dengan media biofilter jaring ikan dan bioball.
2. Menganalisis pengaruh waktu kontak pada teknologi kolam (*pond*) – biofilm terhadap penurunan konsentrasi COD dan TSS dalam limbah cair tahu.

### **STUDI PUSTAKA**

#### **Limbah Cair Tahu**

Limbah cair tahu dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan sangat tinggi. Limbah cair tahu dengan karakteristik mengandung bahan organik tinggi dan kadar BOD, COD yang cukup tinggi pula, jika langsung dibuang ke badan air, jelas sekali akan menurunkan daya dukung lingkungan. Sehingga industri tahu memerlukan suatu pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi resiko beban pencemaran yang ada (Kaswinarni, 2007: 2).

#### **COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat anorganis dan organis.

Penurunan COD menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur adalah bahan-bahan yang tidak dipecah secara biokimia (Ginting, 2007: 50).

Menurut Metcalf dan Eddy (2003: 93), COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air yang sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat sehingga segala macam bahan organik baik yang mudah urai maupun yang kompleks dan sulit urai akan teroksidasi.

#### **TSS (*Total Suspended Solid*)**

TSS (*Total Suspended Solid*) atau total padatan tersuspensi adalah segala macam zat padat dari padatan total yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel maksimum 2,0  $\mu\text{m}$  dan dapat mengendap (Widyaningsih, 2011).

Kekeruhan air erat sekali hubungannya dengan nilai TSS karena kekeruhan pada air salah satunya memang disebabkan oleh adanya kandungan zat padat tersuspensi. Zat tersuspensi yang ada di dalam air terdiri dari berbagai macam zat, misalnya pasir halus, tanah liat, dan lumpur alami yang merupakan bahan-bahan anorganik atau dapat pula berupa bahan-bahan organik yang melayang-layang di dalam air (Alaerts dan Santika, 1987).

#### **Kolam (*Pond*)**

Salah satu teknik pengolahan secara biologis adalah sistem kolam

stabilisasi. Proses anaerobik terjadi pada bagian dasar kolam. Kondisi aerobik terdapat pada bagian atas dari kolam atau lagon. Oksigen yang terlarut didapatkan dari proses fotosintesis dari alga serta sebagian didapatkan dari difusi oksigen dari udara atau atmosfer. Kondisi stagnan di dalam lumpur di daerah sekitar dasar kolam menyebabkan terhambatnya transfer oksigen ke daerah tersebut, sehingga menyebabkan kondisi anaerob (Said, 2002: 142).

### **Biofilm**

Proses biofilter atau *biofilm* dilakukan dengan cara mengalirkan limbah ke dalam reaktor biologis yang telah diisi dengan media penyangga untuk pengembangbiakan mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi. Untuk proses anaerobik dilakukan tanpa pemberian udara atau oksigen (Husin, 2008).

Pengolahan air limbah dengan proses biofilm mempunyai beberapa keunggulan antara lain pengoperasiannya mudah, lumpur yang dihasilkan sedikit, dapat digunakan untuk pengolahan limbah dengan konsentrasi rendah maupun tinggi, tahan terhadap fluktuasi jumlah air limbah maupun fluktuasi konsentrasi, dan pengaruh penurunan suhu terhadap pengolahan kecil.

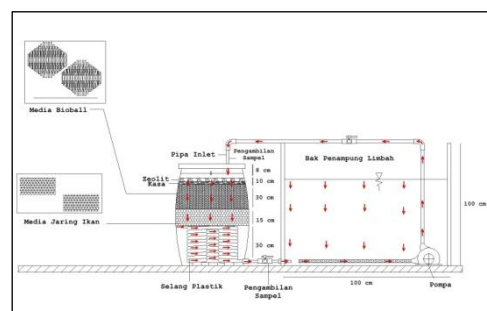
### **Media Biofilter Jaring Ikan dan Bioball**

Bioball merupakan salah satu media biofilter yang dimana biofilm dapat melekat pada media tersebut. Media bioball mempunyai keunggulan antara lain mempunyai luas spesifik yang cukup besar, dan pemasangannya mudah. Sedangkan

jaring ikan didefinisikan sebagai susunan mata jaring yang terbuat dari bahan fibres. Jaring ikan memiliki pori yang kecil dan banyak yang akan membuat pertumbuhan biofilm yang baik sehingga pemilihan media biofilter jaring ikan ini diharapkan dapat menurunkan konsentrasi zat organik. Keuntungan menggunakan jaring pada media biofilter yaitu harga per satuan unit yang murah, ringan, dan terbuat dari bahan inert.

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium untuk menganalisis efisiensi konsentrasi COD dan TSS pada limbah cair tahu dengan teknologi kolam (*pond*) – *biofilm* menggunakan media biofilter jaring ikan dan bioball. Lamanya waktu penelitian adalah 30 hari untuk proses *seeding* dan aklimatisasi dan 10 jam untuk *running*. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu memvariasikan waktu kontak 4 jam, 6 jam, dan 8 jam. Variabel kontrolnya yaitu pH, suhu, dan DO (*dissolved oxygen*).

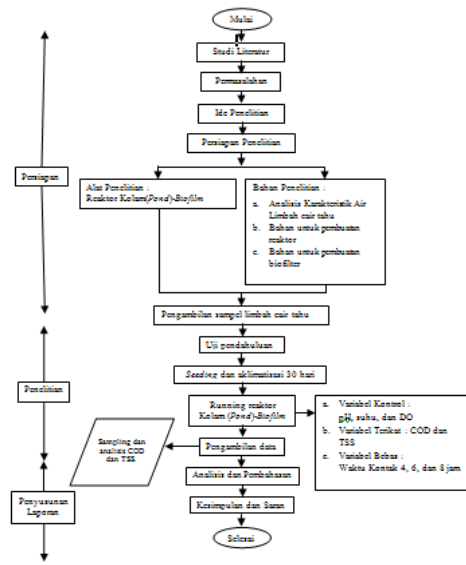


**Gambar 1 Reaktor Pond – Biofilm**

Limbah cair tahu dimasukkan ke dalam pengolahan kolam yang berukuran 1x1 m. Air limbah yang berada pada bagian dasar kolam

dihisap dengan menggunakan pompa kemudian dialirkan menuju drum (reaktor biofilter). Pengolahan kolam dan drum (reaktor biofilter) disusun secara sejajar. Pada bagian dasar kolam terdapat pipa-pipa yang dilubangi dan dihubungkan ke pompa. Debit yang masuk ke reaktor diatur pada kran yang terhubung antara pipa dari pompa dengan pipa yang menuju drum (reaktor biofilter) yang memiliki volume 245 liter. Air limbah masuk ke dalam drum (reaktor biofilter) dan pada bagian atas drum terdapat zeolit, kegunaan dari zeolit adalah diharapkan dapat menaikkan pH air limbah yang asam menjadi netral, kemudian air limbah melewati kasa agar padatan-padatan kasar dapat tersaring sehingga tidak mengalami penyumbatan. Setelah itu air limbah melewati media biofilter bioball dan jaring ikan, bioball yang dirangkai seperti bunga dan jaring ikan yang dirangkai dengan menggunakan paralon diharapkan dapat mendegradasi bahan organik dengan baik. Air limbah masuk ke dalam spiral atau selang yang dibentuk melingkar dengan panjang 45 meter, diharapkan pada tahap ini terjadi proses anaerob. Setelah mengalami pengolahan pada drum (reaktor biofilter), air limbah masuk lagi ke dalam kolam. Sehingga terjadi pengolahan sirkulasi dari kolam menuju drum dan kembali ke kolam, begitu seterusnya. Sampel olahan diambil pada keluaran dari kolam yang menuju drum (reaktor biofilter) dan keluaran dari drum (reaktor biofilter) yang menuju kolam.

Tahap penelitian dapat dilihat pada diagram berikut ini:



Gambar 2 Tahap Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Limbah Cair Tahu

Tabel 1 Karakteristik Awal Limbah Cair Tahu

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu Perda Jateng No. 5 Thn 2012	Keterangan
Suhu	°C	48	38	Tidak Memenuhi
pH	-	4,9	6,0-9,0	Tidak Memenuhi
COD	mg/l	5190,91	275	Tidak Memenuhi
BOD <sub>5</sub>	mg/l	331,9	150	Tidak Memenuhi
TSS	mg/l	1198	100	Tidak Memenuhi
TDS	mg/l	1180	-	-

### Seeding dan Aklimatisasi

Tahap pertama yaitu *seeding* (pengkondisian limbah) dan aklimatisasi yang dilakukan secara bersamaan dengan sistem resirkulasi dimana air limbah dari kolam masuk ke reaktor dan kembali ke kolam dan tahap kedua pelaksanaan penelitian (*running*) dengan tujuan untuk menguraikan zat-zat organik yang terdapat pada limbah cair tahu karena terbentuknya *biofilm* sehingga konsentrasi COD dan TSS dapat turun.

**Tabel 2 Data Seeding dan Aklimatisasi**

Hari	pH	Suhu (°C)	COD (mg/l)	Efisiensi (%)	TSS (mg/l)	Efisiensi (%)
0	3.72	28	5190.91	-	1198	-
1	3.84	27	4857.58	6.42	620	48.25
2	3.88	27	4796.97	7.59	434	63.77
3	3.97	28	4706.06	9.34	360	69.95
4	4.03	27	4190.91	19.26	302	74.79
5	4.78	31	4069.70	21.60	272	77.30
6	4.88	28	4706.06	9.34	188	84.31
7	4.91	28	4342.42	16.35	52	95.66
8	4.99	28	3524.24	32.11	46	96.16
9	5.24	28	3827.27	26.27	106	91.15
10	5.46	27	4160.61	19.85	84	92.99
11	5.49	28	3857.58	25.69	140	88.31
12	5.50	28	3160.61	39.11	162	86.48
13	5.57	27	2463.64	52.54	484	59.60
14	5.63	27	3403.03	34.44	162	86.48
15	5.65	27	2978.79	42.62	94	92.15
16	5.70	27	3100.00	40.28	66	94.49
17	5.85	27	3463.64	33.27	226	81.14
18	6.03	27	4160.61	19.85	290	75.79
19	6.19	28	4766.67	8.17	166	86.14
20	6.38	28	4221.21	18.68	164	86.31
21	6.50	31	3615.15	30.36	602	49.75
22	6.71	28	2463.64	52.54	274	77.13
23	6.71	28	3766.67	27.44	260	78.30
24	6.84	28	3160.61	39.11	38	96.83
25	7.00	28	2675.76	48.45	140	88.31
26	7.05	28	2554.55	50.79	110	90.82
27	7.22	28	2069.70	60.13	74	93.82
28	7.37	28	1827.27	64.80	66	94.49
29	7.45	28	1706.06	67.13	60	94.99
30	7.56	28	1706.06	67.13	106	91.15

Data hasil penelitian dari pengolahan limbah cair tahu untuk mengetahui konsentrasi COD dan TSS dapat dilihat nilai konsentrasi COD dan TSS yang masih naik dan turun (tidak stabil) disebabkan karena bakteri yang masih beradaptasi dengan limbah untuk berkembangbiak. Pada proses aklimatisasi terjadi perubahan warna pada limbah cair tahu dan menghasilkan bau yang tidak enak (bau busuk).

Gas-gas yang biasa ditemukan dalam limbah adalah oksigen ( $O_2$ ), hidrogen sulfida ( $H_2S$ ), amonia ( $NH_3$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ), dan metana ( $CH_4$ ). Gas-gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air buangan. Air limbah industri tahu sifatnya cenderung asam dengan pH 4-5, pada keadaan asam ini akan terlepas zat-zat yang mudah menguap. Hal ini mengakibatkan

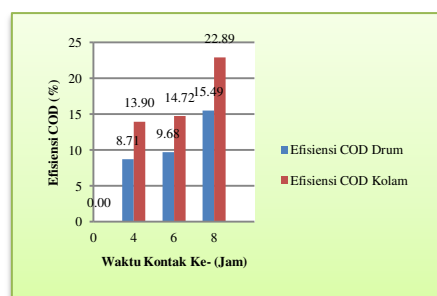
limbah cair industri tahu mengeluarkan bau busuk (Pohan, 2008).

### Penurunan Konsentrasi COD

Proses pengolahan limbah cair tahu dengan menurunkan konsentrasi COD dapat dilakukan dengan pengolahan secara biologis melalui proses pengolahan kolam dan reaktor biofilter

**Tabel 3 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Konsentrasi COD**

Jam Ke-	Kolam		Drum	
	Hasil Uji COD (mg/l)	Efisiensi (%)	Hasil Uji COD (mg/l)	Efisiensi (%)
0	3706.06	0.00	3130.30	0.00
4	3190.91	13.90	2857.58	8.71
6	3160.61	14.72	2827.27	9.68
8	2857.58	22.89	2645.45	15.49



**Gambar 3 Hubungan Waktu Kontak dengan Efisiensi COD**

Pada tabel dan gambar tersebut menunjukkan bahwa efisiensi konsentrasi COD pada kolam dan drum terjadi peningkatan terhadap waktu kontak ke-4 jam, 6 jam, dan 8 jam. Efisiensi konsentrasi COD pada kolam yaitu 13,90%, 14,72%, dan 22,89%. Efisiensi COD pada drum (reaktor biofilter) yaitu 8,71%, 9,68%, dan 15,49%. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu kontak maka efisiensi konsentrasi COD juga akan semakin tinggi.

Konsentrasi awal limbah tahu yang tinggi terjadi disebabkan adanya proses adaptasi dari

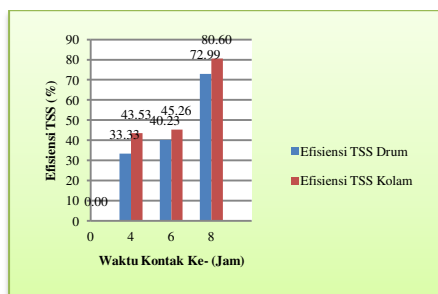
mikroorganisme yang tumbuh dan berkembangbiak pada media biofilter jaring ikan dan bioball dalam drum (reaktor biofilter) terhadap limbah cair tahu yang baru. Nilai COD yang tinggi terjadi karena adanya faktor lingkungan yang mempengaruhi seperti kandungan oksigen terlarut yang ada dalam reaktor cukup untuk membantu bakteri menguraikan senyawa polutan dalam reaktor. Dan tahu mengandung protein yang tinggi, sehingga limbah cair tahu akan mengandung bahan-bahan organik yang tinggi pula. Hal ini membuktikan jika konsentrasi zat pencemar pada limbah tahu masih tinggi.

### Penurunan Konsentrasi TSS

Penurunan konsentrasi TSS dapat dipengaruhi oleh waktu kontak air limbah dengan mikroorganisme yang melekat pada media biofilter jaring ikan dan bioball.

**Tabel 4 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Konsentrasi TSS**

Jam Ke-	Kolam		Drum	
	Hasil Uji TSS (mg/l)	Efisiensi (%)	Hasil Uji TSS (mg/l)	Efisiensi (%)
0	928	0.00	696	0.00
4	524	43.53	464	33.33
6	508	45.26	416	40.23
8	180	80.60	188	72.99



**Gambar 4 Hubungan Waktu Kontak dengan Efisiensi TSS**

Pada tabel dan gambar tersebut menunjukkan bahwa

efisiensi konsentrasi TSS pada kolam dan drum terjadi peningkatan terhadap waktu kontak ke-4 jam, 6 jam, dan 8 jam. Efisiensi konsentrasi TSS pada kolam yaitu 43,53%, 45,26%, dan 80,60%. Efisiensi konsentrasi TSS pada drum (reaktor biofilter) yaitu 33,33%, 40,23%, dan 72,99%. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu kontak maka efisiensi konsentrasi TSS juga akan semakin tinggi.

Hasil analisis TSS menunjukkan bahwa nilai konsentrasi TSS berlebih ditandai dengan warna air limbah yang keruh. Hal ini dapat menyebabkan terhalangnya sinar matahari masuk ke dalam air limbah yang sedang mengalami pengolahan sehingga terhambatnya proses fotosintesis dan berkurangnya kadar oksigen dalam air. Jika oksigen hanya sedikit dan maka bakteri aerobik akan cepat mati karena suplai oksigennya sedikit dan bakteri anaerobik mulai tumbuh. Bakteri anaerobik akan mendekomposisi dan menggunakan oksigen yang disimpan dalam molekul-molekul yang sedang dihancurkan. Hasil dari kegiatan bakteri anaerobik dapat membentuk hidrogen sulfida ( $H_2S$ ), gas yang berbau busuk dan berbahaya, serta beberapa produk lainnya. Namun proses penurunan konsentrasi TSS pada proses pengolahan biofilter dengan menggunakan media biofilter jaring ikan dan bioball menghasilkan efisiensi penurunan yang cukup baik. Penurunan efisiensi terjadi disebabkan adanya proses pengolahan zat organik oleh mikroorganisme yang tumbuh melekat di media biofilter.

## KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian pengolahan kolam (*pond*) – *biofilm* dengan menggunakan media biofilter jaring ikan dan bioball dalam penurunan konsentrasi COD dan TSS. Pada penelitian ini dilakukan lima variasi waktu kontak yaitu 4 jam, 6 jam, dan 8 jam. Efisiensi konsentrasi COD pada kolam yaitu 13,90%, 14,72%, dan 22,89% sedangkan pada drum (reaktor biofilter) yaitu 8,17%, 9,68%, dan 15,49%. Dan efisiensi konsentrasi TSS pada kolam yaitu 43,53%, 45,26%, dan 80,60% sedangkan pada drum (reaktor biofilter) yaitu 33,33%, 40,23%, dan 72,99%.
2. Pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi penurunan konsentrasi COD dan TSS terjadi dengan baik pada drum dan kolam, dimana semakin lama pengaruh waktu kontak terhadap penurunan konsentrasi COD dan TSS. Efisiensi konsentrasi COD paling tinggi pada kolam dan drum (reaktor biofilter) yaitu pada waktu kontak jam ke-8 dengan efisiensi 22,89% dan 15,49%. Dan efisiensi konsentrasi TSS paling tinggi pada kolam dan drum (reaktor biofilter) yaitu pada waktu kontak jam ke-8 dengan efisiensi 80,60% dan 72,99%.

## SARAN

1. Perlunya diadakan penelitian lanjutan terhadap pengolahan kolam (*pond*) – *biofilm* dengan parameter yang sama dan/atau selain COD dan TSS

2. Perlunya diadakan penelitian lanjutan dengan memvariasikan media biofilter selain jaring ikan dan bioball
3. Perlu diadakan penelitian lanjutan dengan memvariasikan waktu kontak yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, J. 2003. *Immobilization of Activated Sludge in A Column Type Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor*. Majalah IPTEK. Vol.14 No.4 Hal 185-192.
- Alaerts, G dan Santika. 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya.
- Balch, W, E. Schoberlh, S., Tanner, R, S dan Wolfe R,S. 1977. *Acetobacterium, A New Genus of Hydrogen Oxidizing, Carbon dioxide-Reducing, Anaerobic Bacteria*, dalam BPPT 1997a.
- Darsono. 2007. *Pengolahan Limbah Cair Tahu secara Anaerob dan Aerob*. Jurnal Teknologi Industri. Universitas Atmajaya. Yogyakarta.
- Ginting, P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Yrama Widya. Bandung.
- Hans. 2010. Pengertian Aklimasi, Adaptasi, dan Aklimatisasi. <http://hansa07.student.ipb.ac.id/2010/06/20/pengertian-aklimasi-adaptasi-aklimatisasi/>. 23 Maret 2014 (20:00).
- Helard, D. 2007. *Pengaruh Variasi Rasio Waktu Reaksi terhadap Waktu Stabilisasi pada Penyisihan Senyawa Organik dari Air Buangan Pabrik Minyak Sawit dengan Sequencing Batch Reaktor Aerob*. Universitas Andalas. Sumatera Barat.

- Herlambang, A. 2002. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Tahu Tempe*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. BPPT.
- Husin, A. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed-Bed*. Laporan Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- Klust, Gerhard. 1983. *Bahan Jaring untuk Alat Penangkapan Ikan*. Edisi ke-2. (Penterjemah Team BPPI Semarang). Terjemahan dari *Netting Materials for Fishing Gear*. Semarang: BPPI Semarang.
- Kaswinarni, F. 2007. *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat Dan Cair Industri Tahu Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal dan Gagak Sipat Boyolali*. Tesis. Program Pasca Sarjana Undip. Semarang.
- Metcalf dan Eddy. 2003. *Wastewater Engineering : Treatment, Disposal and Reuse*, 4<sup>th</sup>. McGraw Hill Book Co. New York.
- Peraturan Daerah Propinsi Jateng No. 5 Tahun 2012 *Tentang Baku Mutu Air Limbah*
- Pohan, N. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Biofilter Aerobik*. Tesis. Program Studi Teknik Kimia USU. Medan.
- Pramudya, S. 2001. *Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO 14001*. PT. Grasindo. Jakarta.
- Rittman, B, E dan McCarty. 2001. *Environmental Biotechnology : Principle and Applications*. McGraw Hill International Ed. New York.
- Said, N, I. 2000. *Teknologi Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilm Tercelup*. Jurnal Air Indonesia. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. BPPT.
- Said, N, I. 2005. *Aplikasi Bio-ball untuk Media Biofilter Studi Kasus Pengolahan Air Limbah Pencucian Jean*. Jurnal Air Indonesia. Vol.1, No.1. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. BPPT.
- Said, N, I. dan Ruliasih. 2005. *Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk Pengolahan Air Limbah*. Jurnal Air Indonesia. Vol.1, No.3. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. BPPT.
- Said, N, I. 2008. *Pengolahan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta*. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. BPPT. <http://www.kelair.bppt.go.id/>
- Said, N, I. dan Heru Dwi Wahjono. 1999. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu – Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob*. Jurnal Air Indonesia. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan. BPPT.
- Sani, E, Y. 2006. *Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Anaerob Bersekat dan Aerob*. Tesis. Semarang: Program Magister Ilmu Lingkungan Undip.
- Shammas. N. K, Wang. L. K, Wu. Z. 2009. *Handbook of Environmental Engineering, Volume. : Biological Treatment Processes*. Humana Press. New York.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.



- Tchobanoglous, G. 1991. *Water Engineering Treatment, Disposal and Reuse*. 3<sup>rd</sup> Edition, McGraw Hill – Book Company. New York.
- Widyaningsih, V. *Pengolahan Limbah Cair Kantin Yogma Fisip UI*. Skripsi. Program Studi Teknik Lingkungan UI. Depok.
- Yahya, F. 2010. *Studi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Biofilter Aerasi Menggunakan Media Bioball dan Enceng Gondok*. Teknologi Lingkungan ITS. Surabaya.